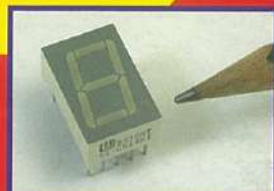
...e costruisci il tuo **LABORATORIO DIGITALE**

6,90 €

3

HARDWARE

DIGITALE DI BASE

MICROCONTROLLER

DIGITALE AVANZATO

TOTALMENTE PROGRAMMABILE!!!

9 771824 363008 41003

Peruzzo & C.

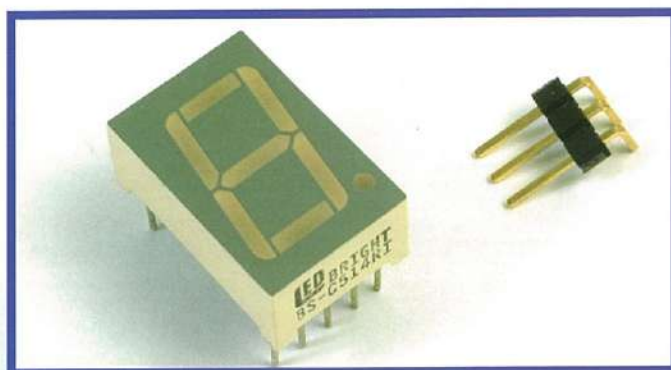
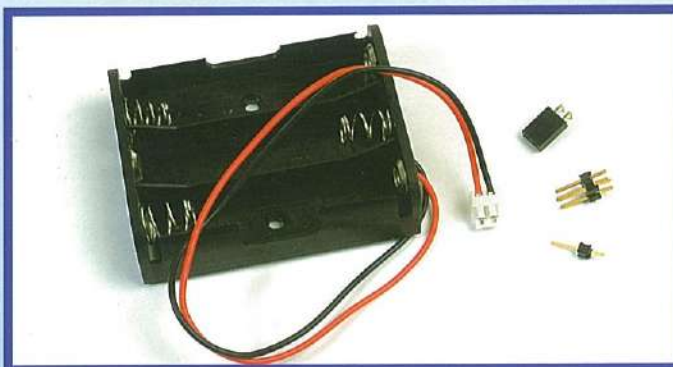
Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP S.n.c.
Pianificazione tecnica
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, Tel. 02/242021, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1738 del 26/05/2004. Spedizione in abbonamento postale gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963. Stampa: Staroffset s.r.l., Cernusco S/N (MI). Distribuzione SO.DI.P. S.p.A., Cinisello Balsamo (MI).

"ELETTRONICA DIGITALE" si compone di 70 fascicoli settimanali da suddividere in 2 raccoglitori.

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI. Per ulteriori informazioni, telefonare dal lunedì al venerdì ore 9.30-12.30 all'ufficio arretrati tel. 02/242021. Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione € 3,10 per pacco. Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di € 25,82 e non superiore a € 51,65, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a € 6,20. La spesa sarà di € 9,81 da € 51,65 a € 103,29; di € 12,39 da € 103,29 a € 154,94; di € 14,98 da € 154,94 a € 206,58; di € 16,53 da € 206,58 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di € 0,52, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera. IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

IN REGALO in questo fascicolo

1 Display a 7 segmenti
1 Zoccolo maschio da 3 pin a 90°

IN REGALO nel prossimo fascicolo

1 Portabatterie con connettore femmina a 2 vie
1 Connettore da c.s. a 90° a 2 vie
1 Connettore maschio da c.s. dritto 2x2 file
1 Connettore maschio da c.s. dritto 1 via
2 Viti

COME RACCOGLIERE E SUDDIVIDERE L'OPERA NELLE 4 SEZIONI

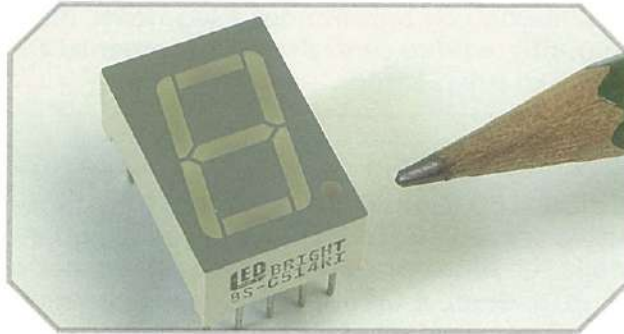
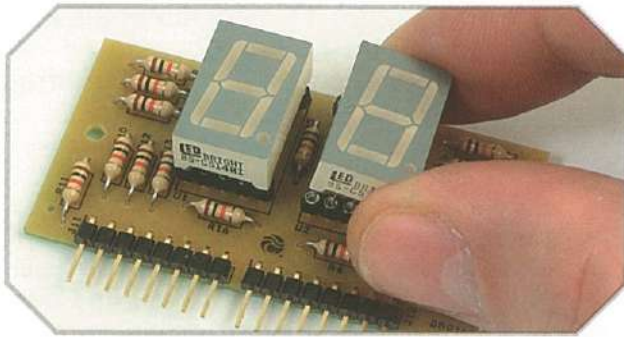
L'Opera è composta da 4 sezioni identificabili dalle fasce colorate, come indicato sotto. Le schede di ciascun fascicolo andranno suddivise nelle sezioni indicate e raccolte nell'apposito raccoglitore, che troverai presto in edicola. Per il momento, ti consigliamo di suddividere le sezioni in altrettante cartellette, in attesa di poterle collocare nel raccoglitore. A prima vista, alcuni numeri di pagina ti potranno sembrare ripetuti o sbagliati. Non è così: ciascuno fa parte di sezioni differenti e rispecchia l'ordine secondo cui raccogliere le schede.
Per eventuali domande di tipo tecnico scrivere al seguente indirizzo e-mail: elettronicadigitale@microrobots.it

Hardware Montaggio e prove del laboratorio

Digitale di base Esercizi con i circuiti digitali

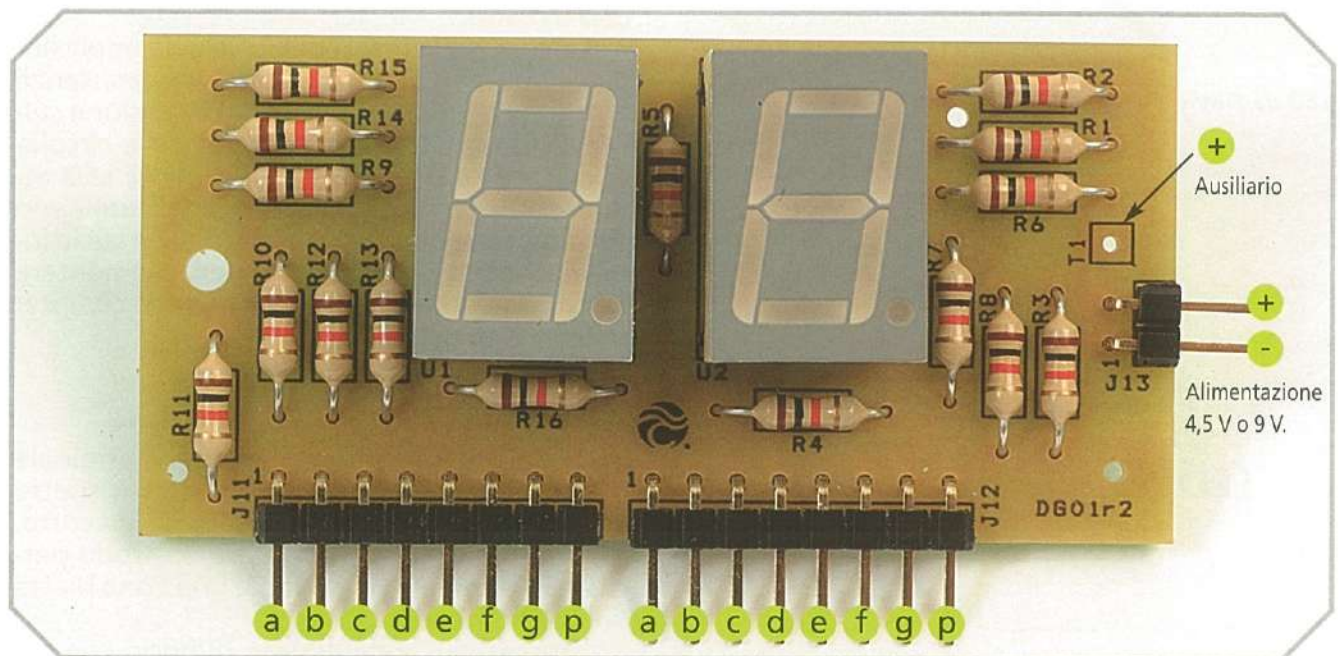
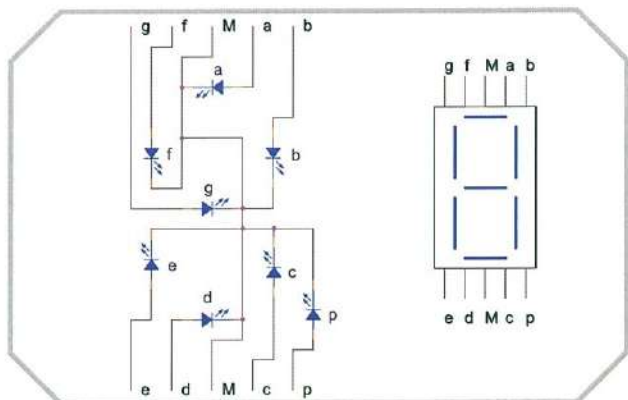
Digitale avanzato Esercizi con i circuiti sequenziali

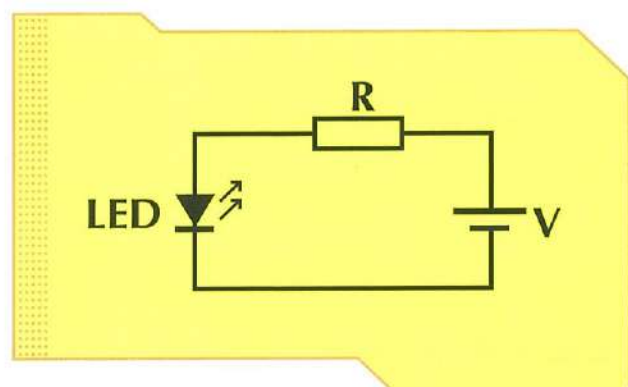
Microcontroller Esercizi con i microcontroller

Display doppio

Il punto del display deve rimanere verso il basso.

Il secondo display si inserirà sullo zoccolo a 5 terminali.

In questo numero viene fornito il secondo display a 7 segmenti con cui si completa il display a due caratteri numerici, e un connettore maschio a 90° da tre pin che conserveremo per utilizzarlo sul circuito stampato di alimentazione 1, con sigla DG04. Impareremo anche a identificare alcuni componenti.

Display

Il display verrà inserito, come il precedente, nelle due file da cinque pin femmina che abbiamo precedentemente saldato sul circuito stampato. In questo tipo di dispositivo elettroluminescente oltre ai 7 segmenti vi è un punto, e il punto di entrambi i display deve rimanere orientato verso il basso. Il modello utilizzato contiene 8 diodi LED di colore rosso all'interno dello stesso contenitore: 7 corrispondono ai 7 segmenti e uno al punto. Tutti i catodi di questi LED sono uniti fra loro, e sono collegati ai piedini centrali di ogni fila, segnati sullo schema con la lettera M. In altri termini, ogni terminale corrisponde al collegamento

Distribuzione dei terminali del circuito stampato DG01.

Schema interno del display.

LED da 5 mm di diametro.

Circuito di polarizzazione di un LED.

dell'anodo con ognuno dei 7 segmenti, oltre al punto, e i due centrali al collegamento comune di tutti i catodi.

LED

Il diodo LED (Light Emitting Diode) è un dispositivo semiconduttore che emette luce quando la sua giunzione PN è polarizzata in modo diretto; diodo è un dispositivo luminoso molto robusto ed economico. Possiamo trovare LED singoli o facenti parte di un dispositivo più complesso come display numerici e alfanumerici o barre di LED. La tensione applicata deve essere molto bassa, la caduta di tensione sui LED varia secondo il tipo di materiale e di solito è compresa tra 1,5 e 2,2 V.

La luce emessa può essere invisibile (infrarossa) oppure visibile.

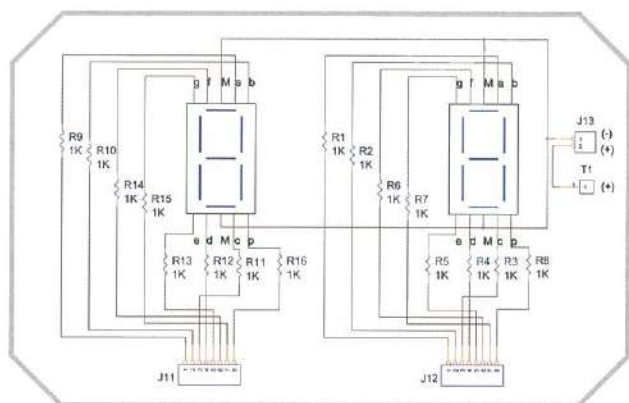
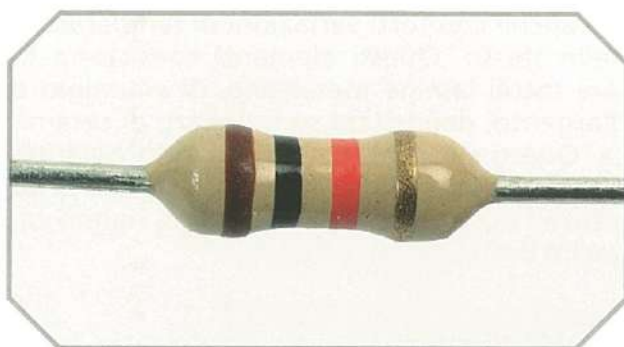
Polarizzazione del LED

Per fare in modo che un diodo LED si illumini deve essere polarizzato direttamente ed essere attraversato da una corrente minima ben precisa. Il modo più semplice di polarizzare un LED è applicare una tensione, e inserire una resistenza nel circuito. La tensione che deve cadere sulla resistenza è quella di alimentazione, meno la caduta sul LED (circa 1,5 V se il LED è rosso).

Il valore della resistenza si calcola applicando la legge di Ohm, ovvero, questa resistenza si ottiene dividendo la caduta di tensione sulla resistenza per la corrente che deve circolare attraverso il LED. Anche se i diodi LED attuali sono ad alta luminosità e si illuminano con una corrente di 1 mA, in luoghi in cui la luce ambientale è elevata si deve aumentare questa corrente, che normalmente è compresa tra 1 e 10 mA.

Identificazione del LED

I diodi LED di uso corrente hanno il terminale che corrisponde all'anodo più lungo, rispetto a quello che corrisponde al catodo più corto. Inoltre, è possibile identificare il catodo perché è il terminale più vicino a una zona piatta del contenitore.

I formati più comuni sono cilindrici con l'estremità arrotondata, aventi diametro da 3 e 5 mm.

Schema del circuito stampato DG01.

Le resistenze si identificano tramite il codice colori.

1.000 Ω

Colori	Anello 1 1ª cifra	Anello 2 2ª cifra	Anello 3 Moltiplicatore	Anello 4 Tolleranza
Argento				10%
Oro			0,1	5%
Nero	0	0	1	
Marrone	1	1	10	
Rosso	2	2	100	2%
Arancio	3	3	1000	
Giallo	4	4	10.000	
Verde	5	5	100.000	
Blu	6	6	1.000.000	
Viola	7	7		
Grigio	8	8		
Bianco	9	9		

Tabella dei valori delle resistenze.

Resistenze

Le resistenze di utilizzo comune nei circuiti, di solito, sono da 1/4 e da 1/8 W. Una volta realizzato il progetto, occorre cercare la resistenza di valore normalizzato che più si adatta allo stesso, dato che le resistenze non vengono costruite in tutti i valori possibili, ma secondo una scala di valori normalizzati che segue le norme C.E.I. (Commissione Elettrotecnica Internazionale). La serie più conosciuta è la E24, che si utilizza per resistenze al 5% e al 2% di tolleranza.

VALORI NORMALIZZATI

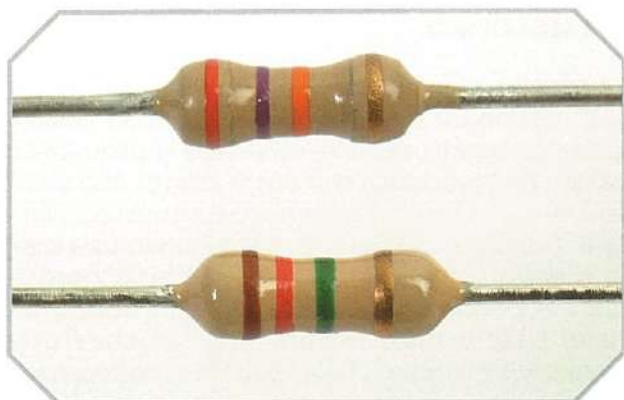
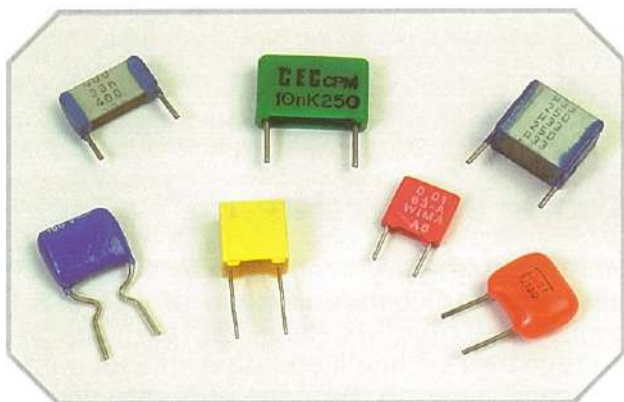
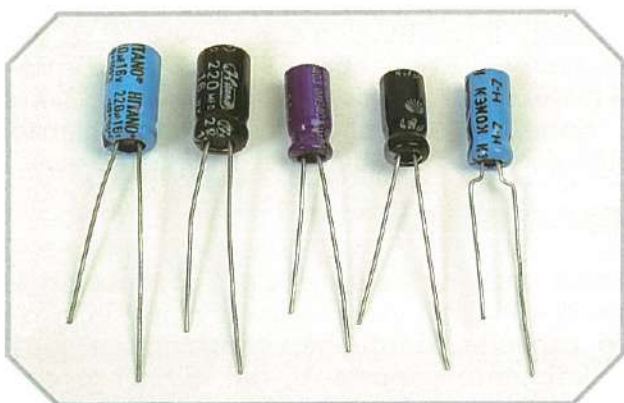
Serie E24 5%	Serie E24 5%	Serie E24 5%
10	22	47
11	24	51
12	27	56
13	30	62
15	33	68
16	36	75
18	39	82
20	43	91

Codice delle resistenze

Le resistenze sono identificate secondo il codice a quattro bande circolari di colori. Sul contenitore cilindrico della resistenza vengono registrati tre anelli equidistanti e un quarto un po' separato che viene utilizzato per indicare i valori di tolleranza. Per leggere il codice, l'anello di tolleranza viene posizionato a destra. Si inizia a leggere dal più lontano da questo, cioè da sinistra. I primi due anelli rappresentano due cifre, che corrispondono a valori della serie E24, l'ultimo è il moltiplicatore, che si identifica anche come il numero di zeri quando la resistenza è superiore a 10 Ω. Ad esempio, una resistenza da 27 K, 5%, ha anelli rosso, viola, arancio e oro (tolleranza 5%).

Normalmente si utilizzano valori di tolleranza sul valore nominale del 5% (banda colore oro).

Condensatori

Esiste una grande varietà di condensatori e benché il parametro più importante sia la loro capacità, dobbiamo considerarne altri ugualmente importanti, dal momento che non tutti i condensatori sono adatti per tutte le applicazioni.

Campioni di resistenze da 27 K e 1 M2.

Condensatori in poliestere.

Condensatori elettrolitici.

Condensatori elettrolitici

Con questo tipo di condensatori è possibile disporre di alti valori di capacità (diverse migliaia di microfarad) a un costo ridotto, tuttavia, essi presentano l'inconveniente di avere polarità, ovvero, dispongono di un polo positivo e uno negativo. Vengono utilizzati su basse frequenze, normalmente sotto i 20 kHz.

Condensatori ceramici

Sono una grande famiglia di condensatori, con modelli economici e altri di grande precisione e stabilità, fra cui ricordiamo il tipo NP0, cioè condensatori con coefficiente di temperatura zero, in cui la capacità cambia pochissimo anche con forti variazioni di temperatura dello stesso. Questi elementi consistono in due sottili lamine metalliche, di alluminio o d'argento, depositate su un pezzo di ceramica. Questi condensatori non hanno polarità, quindi presentano un buon comportamento a tutti i tipi di frequenza. Di solito, hanno capacità basse, meno di 220 nF.

Condensatori plastici

Sono condensatori che utilizzano, come dielettrico, diversi tipi di plastica. Quelli in poliestere sono molto utilizzati e forniscono capacità di alcuni microfarad. Consistono in sottili lamine di alluminio sovrapposte ad altre di plastica. Anche questo tipo di condensatori non ha polarità.

Codice dei condensatori

Il valore della capacità viene indicato direttamente sul corpo del componente, nei condensatori elettrolitici il valore si esprime in microfarad, ad esempio 10 µF; inoltre, viene anche indicata la massima tensione in volt e la polarità.

In quelli ceramici, solitamente si indica il valore in picofarad o nanofarad, attraverso un numero seguito dalla lettera p o dalla lettera n. Nei condensatori in poliestere si utilizza lo stesso metodo, ma viene anche indicato direttamente il valore: ad esempio 0,022 indica 22 nF. Sono anche utilizzati altri sistemi, ad esempio un condensatore segnato come 224 indica 22 seguito da 4 zeri, ovvero 220.000 pF, quindi 220 nF.

Il sistema esadecimale

Come abbiamo già spiegato, i computer, al loro interno, lavorano con il sistema binario. L'informazione, cioè i dati, gli ordini e i segnali di controllo, in realtà consistono in uno o più bit opportunamente organizzati. Il bit costituisce l'unità più piccola, ma in reltà vengono utilizzati quasi unicamente raggruppamenti di bit di diverse dimensioni.

Il byte

Il raggruppamento più utilizzato è il byte, che equivale a 8 bit. A sua volta il byte si divide in 2 nibble, ovvero, in due gruppi da 4 bit.

Generalmente, quando si scrive un numero grande in binario, si lascia uno spazio ogni 4 bit allo scopo di facilitarne la lettura. In informatica si utilizza un byte per rappresentare un carattere unico, che può essere una cifra, una lettera, un simbolo grafico o di punteggiatura.

Multipli del byte

I multipli del byte sono molto noti, li abbiamo sicuramente sentiti nominare più volte. Il multiplo più conosciuto è il kilobyte (KB), che rappresenta 1.024 byte, anche se, per semplificazione, comunemente si dice che sia composto da 1.000 byte. Lavorando in base 2, si fanno moltiplicazioni successive per due fino ad arrivare a 1.024.

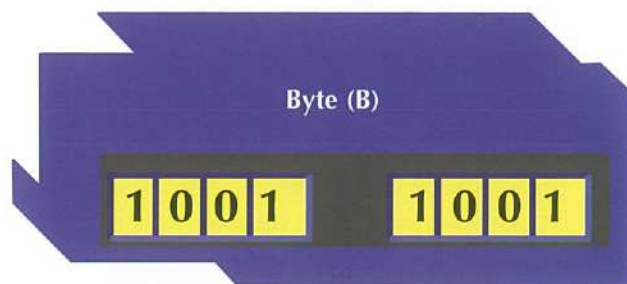
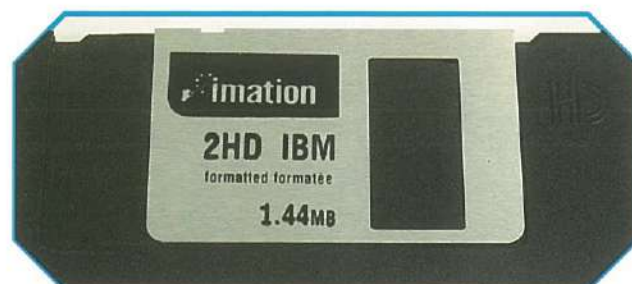
Un altro multiplo, anch'esso molto popolare, è il megabyte (MB) che corrisponde a 1.048.576 byte. Questa cifra si ottiene moltiplicando 1.024 x 1.024. In altre parole, un megabyte raggruppa 1.024 kilobyte.

Un multiplo superiore al precedente è il gigabyte (GB), che equivale a 1.024 MB o 1.048.576 KB. Questa unità è attualmente molto utilizzata per definire la capacità degli hard disk. Come abbiamo detto in precedenza, ogni lettera, numero o segno di punteggiatura occupa 1 byte (8 bit). Ad esempio, quando diciamo che un file di testo occupa 17 KB, stiamo affermando che questo equivale a 17.000 caratteri.

Raggruppamenti	Byte	Bit
Nibble	0,5	4
Byte	1	8
Word	2	16
Doppia word	4	32
Quadrupla word	8	64
Paragrafo	16	256
Pagina	16k	
Segmento	64k	

Raggruppamenti di bit.

Sistema esadecimale

Il sistema esadecimale utilizza 15 simboli invece di 10. La prima cosa che ci viene da pensare è "hanno voglia di complicare le cose!", invece, riflettendo un attimo, è facile rendersi conto che ogni nibble si può rappresentare con un solo simbolo del sistema esadecimale, dato che con quattro bit ci sono 16 possibili combinazioni, dallo 0000 fino a 1111. Inoltre, è più facile lavorare in esadecimale che in binario, dato che mentalmente è piuttosto sgradevole lavorare con interminabili serie di uno e zero.

Il byte B è un raggruppamento di 8 bit.

Classico dischetto da 1,44 MB.

DECIMALE	BINARIO	ESADECIMALE
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Tabella di conversione decimale / binario / esadecimale.

Un byte – cioè 8 bit – si rappresenta con soli due simboli esadecimali, cosa molto comune nei sistemi di programmazione e negli editor dei programmi.

I primi dieci simboli del sistema esadecimale coincidono con quelli del sistema decimale, e i sei successivi adottano le lettere A, B, C, D, E e F per evitare l'introduzione di nuovi simboli e poter così utilizzare quelli già esistenti sulle tastiere, sui gruppi di caratteri, ecc.

Word

Da quando IBM lanciò sul mercato i popolari AT con bus da 16 bit, divenne comune l'utilizzo della "word", o raggruppamento di 16 bit, che è formata da due gruppi di 8 bit, cioè, da 2 byte. Successivamente i computer iniziarono ad utilizzare la doppia word, 32 bit, ovvero, due word consecutive. Attualmente si utilizza

Presentazione di programmazione in esadecimale.

la quadrupla word, che raggruppa quattro word consecutive, quindi 64 bit.

Sono utilizzati anche altri raggruppamenti più grandi quali il paragrafo, che raggruppa 16 byte, la pagina, che raggruppa 16 KB e il segmento, che raggruppa 64 KB.

Conversione da binario a esadecimale

Uno dei principali vantaggi del sistema esadecimale è la facilità della conversione in binario. È possibile realizzarlo a memoria o attraverso una tabella, dato che sono solamente 16 file. La facilità della conversione deriva dal fatto che un byte si rappresenta con solo due simboli esadecimali.

Per convertire un numero rappresentato in esadecimale al sistema binario, è sufficiente sostituire ogni simbolo esadecimale con i quattro bit che gli corrispondono.

Ad esempio il byte 1110 1001 si rappresenta come E9 (HEX), e 0000 1011 come 0B (HEX). Quando il numero di bit non è un multiplo di quattro, si aggiungono tanti zeri a sinistra della cifra in binario fino a ottenerlo.

La capacità dei CD è indicata in megabyte.

Cambio di base da binario a esadecimale.

Porte, livelli e ritardi

Nella teoria e nella pratica si lavora con i valori 1 e 0, tuttavia occorre tener presente anche altri parametri per fare in modo che i circuiti funzionino correttamente. Normalmente non si lavora con valori esatti di grandezze, pertanto bisogna conoscere con precisione fra quali margini di tolleranza si può utilizzare ogni grandezza. Non si tratta di un'operazione complicata, inoltre la padronanza di questi concetti è la base del successo di un progetto.

Livelli logici

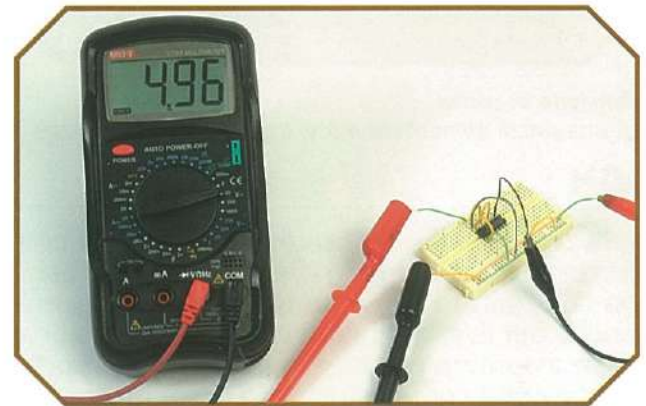
Quando si utilizza una determinata famiglia logica è necessario, innanzitutto, conoscere i dati generati da essa, compresi quelli che fanno riferimento al circuito integrato in questione, dato che potrebbero esserci alcune piccole differenze, magari poco importanti nel nostro caso, ma che potrebbero diventare necessarie nel caso si volessero sfruttare al massimo le prestazioni.

La prima cosa che dobbiamo conoscere è il livello al quale viene assegnato il valore 0 e a quale il valore uno. In generale e per la logica positiva l'uno si assegna al massimo della tensione di alimentazione, mentre lo zero a 0 V.

Dobbiamo anche definire il margine di variazione, e questo va fatto in modo generico per poter capire con facilità i dati che il costruttore fornisce nei cataloghi.

VIL

È la tensione da applicare all'ingresso di una porta per fare in modo che questo livello sia considerato come uno zero logico. Specifica anche il livello massimo che questa tensione deve assumere per fare in modo che la porta, senza alcun problema, lo consideri uno zero. Si descrive inoltre come la tensione di ingresso massima per livello basso VILmax.

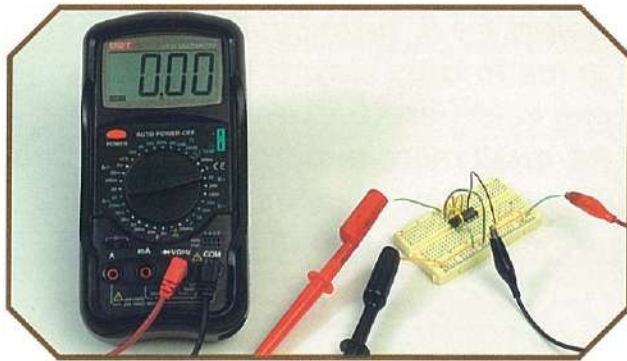
Tensioni di ingresso e uscita di una porta logica.

Tensione di uscita di una porta con alimentazione da 5 V, livello alto.

VOL

È la tensione di uscita che deve fornire una porta per fare in modo che sia considerata come uno zero logico. Indica, inoltre, il livello massimo che questa tensione deve assumere perché sia considerata zero. La tensione di uscita massima per livello basso è chiamata VOLmax.

Margini per livello basso

Se osserviamo l'immagine a fianco vediamo una differenza fra VIL e VOL. È permesso un margine maggiore sull'ingresso di una porta rispetto all'uscita di un'altra. Questo affinché si possa garantire che l'ingresso della porta venga considerato come zero – nonostante il livello del rumore normalmente presente – si possa sommare al livello dell'uscita e che quando il segnale arriva all'ingresso della porta, nonostante la presenza del rumore, sia considerato come uno zero.

La differenza VILmax – VOLmax si chiama VNL, ovvero, livello di tensione di rumore permesso per livello basso (la lettera N deriva dal termine inglese "noise" = rumore).

Tensione di uscita di una porta alimentata a 5 V, livello basso.

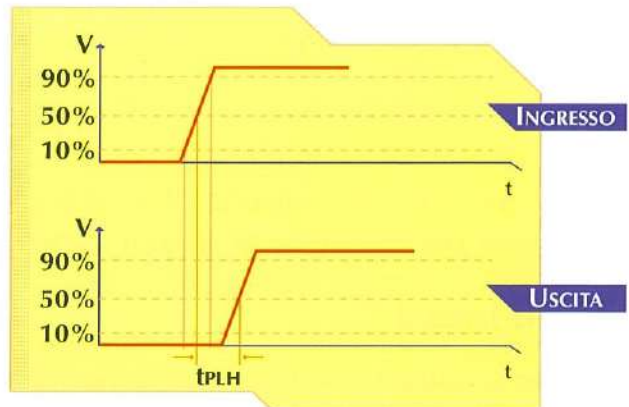
VIH

È la tensione da applicare all'ingresso di una porta per fare in modo che questo livello venga considerato come un uno logico. Si tratta anche del livello minimo che questa tensione deve assumere per fare in modo che la porta lo consideri come valore uno. Si definisce come tensione di ingresso minima per livello alto VIHmin.

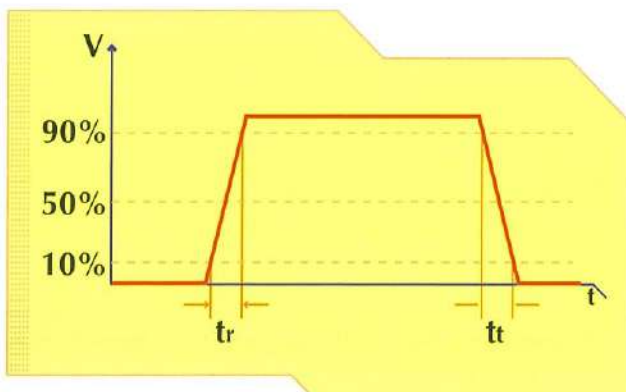
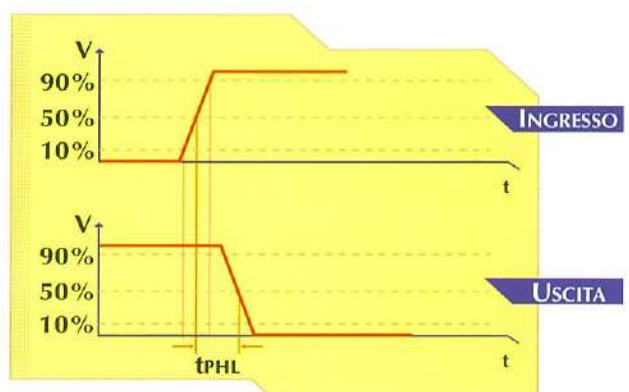
VOH

È la tensione di uscita che deve fornire una porta per generare un uno logico. È anche il livello minimo che questa tensione deve avere perché sia considerato di valore uno. La tensione di uscita minima per livello alto è chiamata VOHmin.

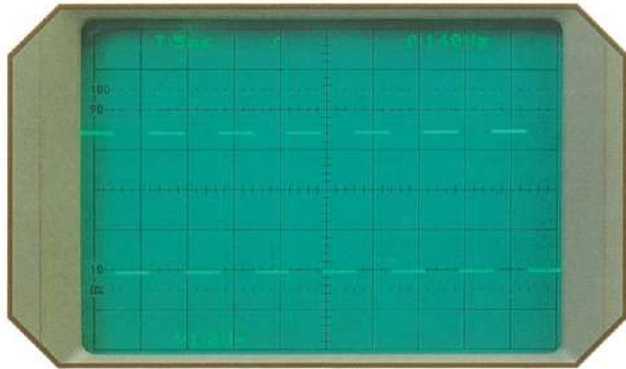
Margini per livello alto

Così come per il livello basso, anche per il livello alto vediamo che non coincidono i livelli di ingresso e di uscita di una porta. Se torniamo a osservare l'immagine della pagina precedente vediamo una differenza fra VOH e VIH. Il margine di ingresso della porta è maggiore di quello permesso all'uscita. In questo modo è possibile accettare un certo livello di rumore aggiunto all'uscita di una porta, senza che questo causi problemi, ovvero, facendo in modo che il segnale si mantenga all'interno del margine ammesso all'ingresso di un'altra porta e, quindi, venga considerato come un uno logico. La differenza VIHmin – VOHmin è chiamata VNH, cioè, il livello di rumore di tensione permesso a livello alto.

Ritardo di propagazione ON.

Rumore

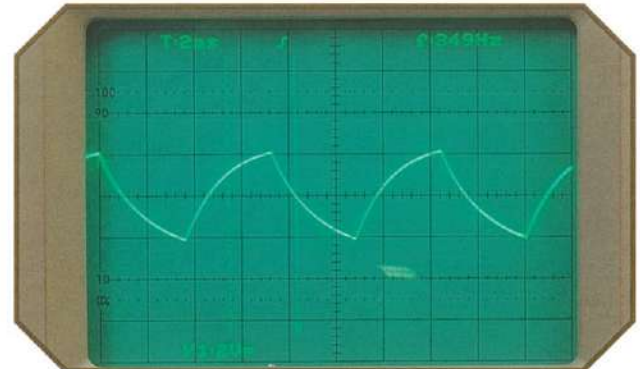
Se osserviamo le caratteristiche riportate nei Data Sheet dei costruttori, possiamo constatare che le diverse famiglie di circuiti integrati hanno comportamenti differenti rispetto al rumore, basta comparare i dati di VNH e di VNL. La famiglia CMOS della serie 4000 che utilizzeremo, presenta una buona immunità al rumore, come verificheremo nella pratica al momento opportuno.

Ritardo in un impulso reale.

Ritardo di propagazione OFF.

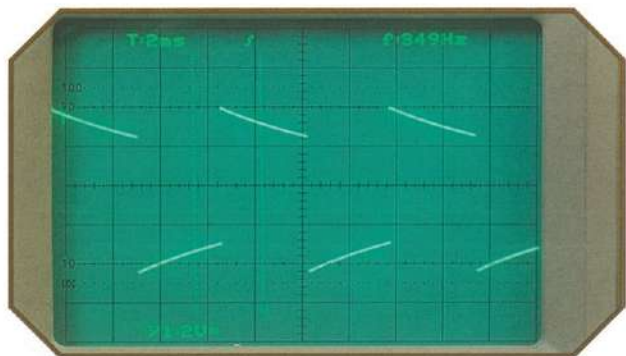
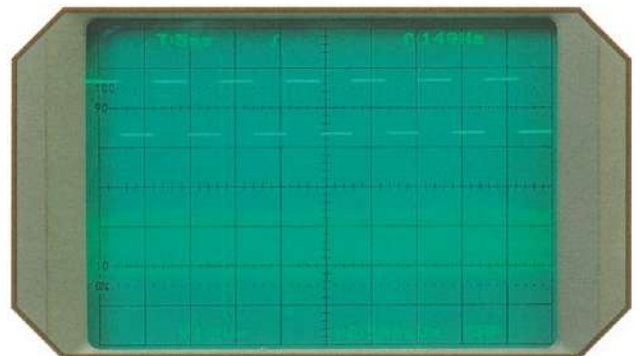
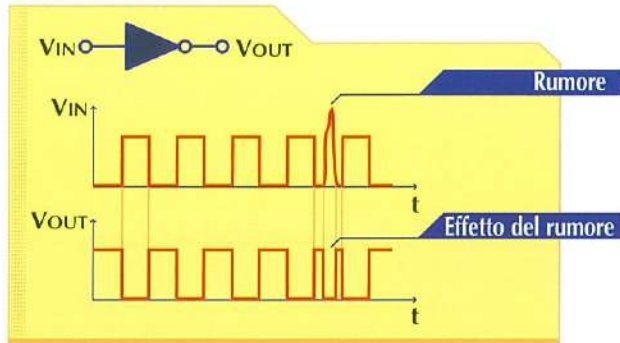
Treni di impulsi.

Impulsi deformati da una rete RC.

L'impulso ideale

Nell'elettronica digitale si lavora con impulsi, ovvero, il segnale cambia livello passando al livello logico uno o zero a seconda della necessità, per fare in modo che il bit abbia valore 1 oppure 0. Normalmente gli impulsi vengono rappresentati con dei parallelogrammi con fronti dritti. Se considerassimo reale il tempo impiegato da un circuito nel passare da zero a uno o da uno a zero, il valore sarebbe zero, cioè, istantaneo e la velocità dei circuiti sarebbe di conseguenza, infinita. Tuttavia, per quanto i circuiti siano realmente molto rapidi, la loro velocità non è infinita, ma vengono generati dei piccoli "ritardi" che identificano precisamente la velocità con cui possono lavorare i circuiti digitali.

Ritardi

Utilizzeremo ora un impulso per definire i tempi che impiega un segnale per passare dallo stato logico zero allo stato logico uno, e viceversa, per passare dallo stato logico uno allo stato logico zero. La rappresentazione più utilizzata e più vicina alla realtà è quella trapezoidale. Sull'asse verticale si rappresenta la tensione e su quello orizzontale il tempo. In questa rappresentazione il livello massimo è il massimo di tensione che si assegna al valore uno logico, e lo zero di tensione si assegna allo zero logico. Sull'asse verticale verranno segnate chiaramente le tensioni massima e minima, oltre ai valori 10%, 50% e 90% della stessa.
Si disegna un segnale che rappresenta un impulso, ovvero, un segnale che passa dal livello basso al livello alto, si mantiene al livello alto per un certo periodo per poi tornare al livello basso. Se si osserva la figura, i cambi di livello hanno un certo ritardo in entrambi i casi.

Tempo di salita

Si tratta del periodo di tempo in cui il segnale passa dal livello basso al livello alto, viene deno

Impulsi deformati da una rete CR.

Treni di impulsi da 5 V e rumore captato da un cavo da 2 m.

Il rumore può creare segnali imprevisti.

minato tempo di salita il tempo che impiega la tensione dal momento in cui raggiunge il 10% fino a quando raggiunge il 90%. Si rappresenta come tr (dall'inglese rise time).

Tempo di discesa

Definisce il tempo che impiega il segnale per passare dal livello alto al livello basso, ed è generalmente diverso da quello di salita. Si tratta del tempo impiegato dal segnale per passare dal 90% del valore massimo di tensione al 10%. Viene chiamato tf (dall'inglese "fall time").

Ritardo di propagazione

Il ritardo di propagazione è il tempo impiegato dall'uscita per cambiare stato, in seguito al cambio di stato dell'ingresso. Consideriamo il tempo di propagazione per il caso in cui l'uscita passa dal livello basso al livello alto.

Questo ritardo si chiama tPLH. I costruttori misurano questo tempo quando la tensione passa attraverso il 50%. Analogamente, il ritardo di propagazione è quello necessario per fare in modo che l'uscita passi dal livello alto al livello basso, in questo caso si chiama tPHL (cioè passaggio da High a Low).

Per poter aumentare la velocità dei propri circuiti, i costruttori sono costantemente impegnati a ridurre proprio questi tempi di ritardo.

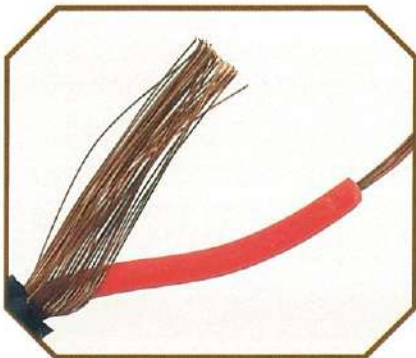
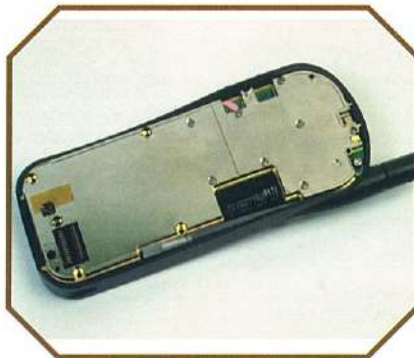
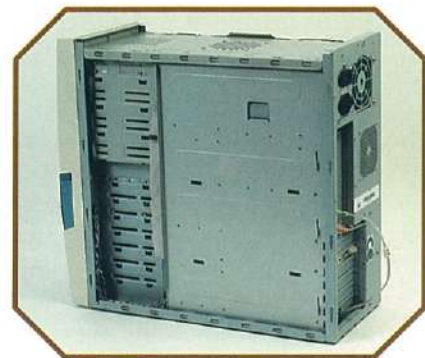
Rete RC

Un modo molto semplice di osservare come una capacità può modificare un impulso è quello di applicare un impulso teoricamente perfetto ad una rete RC o CR e osservare sull'oscilloscopio come lo stesso si deforma e "ritarda".

Protezione contro il rumore

Il rumore fa parte dei circuiti ed è presente in tutte le parti, quindi, è necessario cercare di attenuarlo in modo da ridurlo a livelli tali da non arrecare alcun danno. Il rumore raggruppa un grande numero di disturbi, quindi si può affermare che è il motivo di maggior preoccupazione in un sistema digitale.

Si considera rumore qualsiasi disturbo non provocato intenzionalmente, che faccia cambiare in modo indesiderato lo stato dell'uscita di un circuito.

Esistono molte tecniche di protezione contro il rumore, la più semplice è la schermatura di cavi e circuiti.

Cavo schermato.

Schermatura di un circuito.

Schermatura di un PC.

Che microcontroller usare?

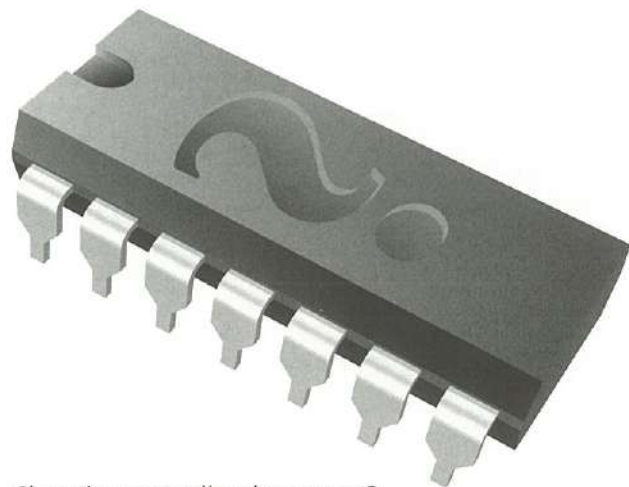
Una volta definito il progetto per una determinata applicazione con microcontroller, occorre scegliere il più adeguato.

I costruttori di microcontroller sono costantemente impegnati nello sviluppo di questi chip, nel tentativo di renderli sicuri e affidabili, questo però complica il lavoro del progettista, dato che deve scegliere il microcontroller che meglio soddisfa i requisiti del suo progetto, in questo caso il Laboratorio di Elettronica Digitale.

Fattori da considerare

Al momento di scegliere un microcontroller, i fattori di cui tener conto sono molteplici, e dipendono dalla specifica applicazione, alcuni avranno più importanza di altri.

Il costo, la documentazione e gli strumenti di sviluppo disponibili, il prezzo di questi ultimi, la quantità dei costruttori che lo producono e le caratteristiche proprie del microcontroller (memoria, porte di I/O, temporizzatori, ecc.) determineranno la scelta.

Per scegliere correttamente, la prima cosa da fare è un'analisi dei diversi requisiti dell'applicazione a cui sarà destinato il microcontroller:

Che microcontroller devo usare?

Costruttore	Microcontroller	Frequenza (MHZ)
Motorola	M68HC05 Family	4, 2.2, 2.1, 2, 1.05
	M68HC08 Family	8.4, 8.2, 8, 4.1, 4
	M68HC11 Family	5, 4, 3, 2, 1
Atmel	Atmel AVR 8 bits	16
	Atmel AT91 8 bits	82, 47, 41,40,38,29
	Atmel 8051 8 bits	66, 60, 40, 33, 26,25
STMicroelectronics	ST5 Family	20
	ST6 Family	8
	ST7 Family	8
	ST9 Family	25
Microchip	PIC12 Family	20, 10
	PIC16 Family	20
	PIC17 Family	33
	PIC18 Family	40

Tabella comparativa delle velocità per le principali famiglie di microcontroller.

Costi

I microcontroller sono dei dispositivi che vengono integrati all'interno di un sistema per sviluppare un'applicazione specifica. Il loro prezzo sarà in funzione del prodotto finale cui sono destinati.

Così, se si utilizza un controller per soddisfare le necessità di un sistema specifico, all'interno di un progetto unico, si valorizzeranno altri aspetti prima del prezzo; per contro, se fa parte di un prodotto che deve arrivare sul mercato con un prezzo competitivo, come ad esempio un riproduttore di DVD o un semplice distributore, il prezzo sarà uno dei principali fattori da prendere in considerazione. All'interno del fattore costi si considerano anche gli strumenti di sviluppo.

Infatti, il costruttore inserisce all'interno del prezzo del chip l'ammortizzamento di tutto ciò che è relativo ad esso (documentazione, strumenti, ecc.). Per questo, solo i grandi costruttori con elevate capacità di vendita possono offrire un prodotto potente ad un prezzo accessibile e con gli strumenti per facilitarne l'utilizzo.

Applicazioni in cui dei valori inadeguati di velocità e precisione possono avere conseguenze fatali.

Elaborazione dei dati

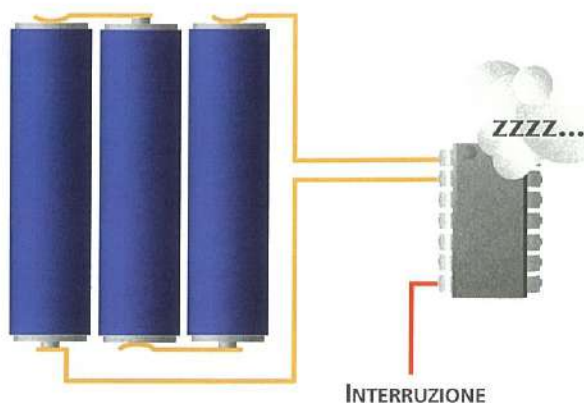
Cosa succederebbe se il chip che controlla il sistema ABS di un'automobile impiegasse uno o due secondi per elaborare l'informazione e dare la risposta all'attuatore? Esistono applicazioni per le quali la velocità di elaborazione è molto importante, dato che devono realizzare calcoli critici in un tempo determinato. Il progettista si deve assicurare di scegliere un microcontroller sufficientemente veloce per rispondere ai requisiti del sistema.

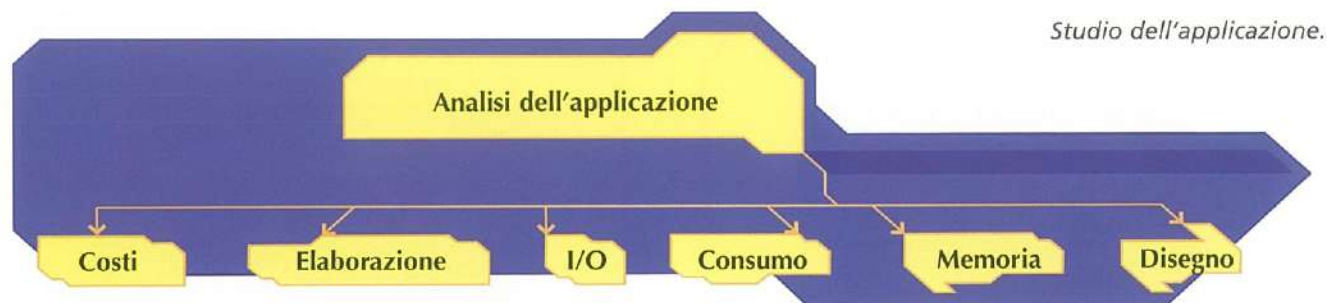
Supponiamo che la nostra applicazione sia il controllo di un robot chirurgico in cui il posizionamento dell'elemento terminale deve essere fatto con una precisione al centesimo di millimetro. In base alla precisione dei dati da gestire dovremo ricorrere a microcontroller da 8, 16 o 32 bit, compresi quelli con hardware a virgola mobile. Questa dimensione della word è direttamente proporzionale ai costi, dato che ad una maggiore dimensione di word corrisponde un microcontroller più caro.

Ingressi e uscite

In tutte le applicazioni avremo dei parametri di ingresso in base ai quali attiveremo le uscite. Dobbiamo definire sia il numero dei segnali di ingresso e di uscita necessari per la nostra applicazione e la natura di essi: analogica o digitale. Spesso è conveniente scegliere un microcontroller che abbia capacità relative ai segnali di ingresso e di uscita superiori a quelle richieste, per poter far fronte ad eventuali future espansioni.

Consumo

Sono molte le applicazioni in cui il microcontroller è alimentato con batterie. In questi casi bisogna offrire la possibilità dello stato di basso consumo. Per capire questo immagineremo

Stato di riposo del microcontroller.

Studio dell'applicazione.

un microcontroller utilizzato in un controllo remoto da una porta di garage; normalmente il chip è in stato di riposo – basso consumo – fino a quando non si preme il pulsante e si produce un interrupt: a quel punto si sveglia, realizza il compito per il quale è stato programmato, per poi tornare in stato di riposo fino ad un nuovo interrupt.

Se il chip non presentasse questa caratteristica dovremmo cambiare le batterie molto frequentemente.

Memoria

Per l'analisi della memoria necessaria, la prima cosa che dobbiamo conoscere è se il nostro microcontroller è riutilizzabile o riprogrammabile. In seguito, dovremo studiare la quantità di dati da immagazzinare all'interno del chip, la lunghezza del programma, i dati con cui lavoreremo, ecc. Infine, una volta conosciuta la quantità, dobbiamo classificarla, per sapere se abbiamo bisogno di una memoria volatile, non volatile o modificabile.

Progetto del circuito stampato

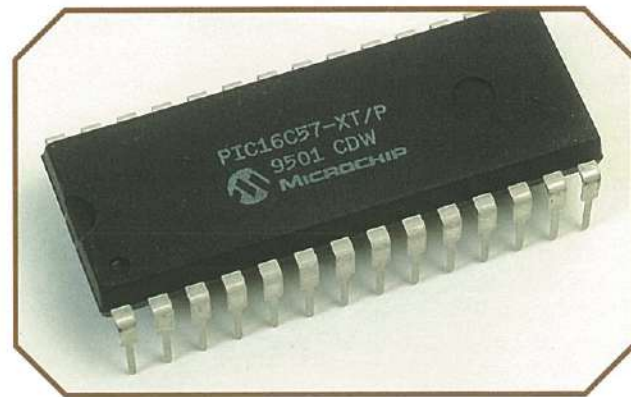
In funzione delle richieste del volume disponibile, della dimensione del circuito elettronico o della tecnologia di fabbricazione di quest'ultimo, ricorreremo a diversi tipi di contenitore per il microcontroller.

Contenitori DIP o DIL

Questo contenitore è il più comune. È stato pensato per circuiti stampati convenzionali a fori passanti, e può essere ceramico o plastico. La distanza standard tra i terminali, o "pin", è di 2,54 mm. Come ultima caratteristica principale, i chip con questi contenitori presentano lo stesso formato di identificazione dei pin: il pin numero uno si trova su uno degli estremi, indicato da un punto o una tacca di riferimento, e partendo da questo, si procede alla numerazione in senso antiorario (senso contrario a quello delle lancette dell'orologio), guardando l'integrato dall'alto.

Contenitore FLAT-PACK

La sua forma facilita la saldatura in macchine automatiche o semiautomatiche, dato che, per la disposizione dei suoi terminali, è possibile saldare per punti. È costruito in materiale ceramico. La distanza tra i terminali è di

Tecnologia usata nei PCB.

Contenitore DIP.

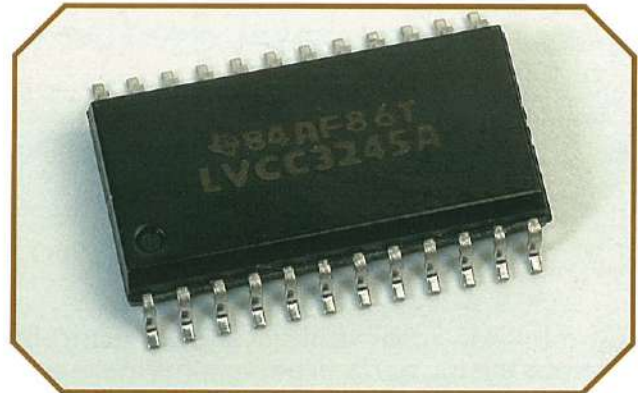
Contenitore FLAT-PACK.

1,27 mm, la metà rispetto ai DIP, anche se la numerazione dei pin è simile alla precedente.

Contenitore SOIC

I circuiti integrati con questo tipo di contenitore sono caratterizzati da piccole dimensioni, sono infatti molto stretti. Questi circuiti sono i più comuni nella logica combinazionale, e si saldano direttamente sulle piste del circuito stampato. La distanza tra i terminali è di 1,27 mm e la numerazione si realizza come nei casi precedenti. Si saldano con tecniche SMD, cioè, a montaggio superficiale.

Contenitore LPCC

Nelle grandi serie di schede vengono solitamente utilizzate le tecniche di montaggio superficiale. Il contenitore LPCC è il più adatto a questa tecnologia, anche se viene montato comunemente anche su zoccoli. Sono costruiti in materiale plastico e la distanza tra i terminali è di 1,27 mm. La numerazione dei terminali è diversa dalla precedente. Il punto di inizio si trova in uno dei lati del contenitore, quello con l'angolo più smussato, e il senso è quello antiorario. La sua versione in ceramica prende il nome di LCCC.

Contenitore LPCC.

Contenitore SOIC.

La nostra scelta

La prima cosa da fare è analizzare l'applicazione, che in questo caso è molto particolare. Si tratta di imparare a gestire un microcontroller e conoscere la sua programmazione. Per questo, avremo bisogno di un microcontroller di uso comune nei diversi campi o settori di applicazione, del costruttore con il maggior numero di vendite, che disponga di documentazione e strumenti di sviluppo, che sia potente e ci permetta di lavorare con una grande varietà di dispositivi. La scelta che soddisfa questi requisiti è un PIC di Arizona Microchip, più precisamente il modello PIC 16F870.

PIC16F870.